

**ANALISA KINERJA KOTAK PENDINGIN DAN PENGHANGAT
MENGUNAKAN MODUL TERMOELEKTRIK TEC-12706**

(Skripsi)

Oleh

WINDY SELVIANA



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2017

ABSTRACT

ANALYSIS PERFORMANCE COOLER AND HEATING BOX USING THERMOELECTRIC MODULE TEC-12706

BY

WINDY SELVIANA

The of technology has covered all aspects human life. When using the technology, people realize the dangers arising from the use of chemical. For example, the use freon on the refrigerator which can be dangerous. Accordingly the thermoelectric phenomena is considered as the substitution of freon. In this reseacrh thermoelectric module used as cooler and heating box. The performance of the box is then analysis. The performance is analysed in term of sensitivity, repeatability accuracy and the box's characteristics in the state with load and the not load, of the large currents of 3A and 10A.

The measurement of the box was condueted during day and night with result accuracy of the 6% for of warm side and 21% cool. The repeatability of daylight measurement generated the continues values compared to the temperature on night. The sensitivity level of instrument is good due to the changing temperature between warm side and cool side has the same of 4°C. The maximum temperatur at warm side on day is 38°C and cool side of 19.5°C. At night maximum temperature value on the box of 35.4°C at warm side and 19.7°C at cool side.

Keyword : Thermoelectric, Sensitivity, Repeatability, Accuracy,

ABSTRAK

ANALISA KINERJA KOTAK PENDINGIN DAN PENGHANGAT MENGUNAKAN MODUL TERMOELEKTRIK TEC-12706

OLEH

WINDY SELVIANA

Pemanfaatan teknologi mencakup segala aspek kehidupan manusia. Dalam penggunaan teknologi, manusia menyadari akan bahaya yang ditimbulkan dari penggunaan bahan kimia didalamnya misalnya, penggunaan freon pada lemari pendingin yang dapat membahayakan. Untuk itu digunakanlah fenomena termoelektrik sebagai bahan pengganti freon. Pada penelitian ini modul termoelektrik dimanfaatkan untuk membuat kotak pendingin dan penghangat. Kinerja kotak tersebut kemudian dianalisa. Kinerja yang dianalisa adalah sensitivitas, *repeatability*, dan akurasi, selain itu menganalisa karakteristik kotak tersebut dalam keadaan dengan beban dan tanpa beban, dengan besar arus masing-masing 3A dan 10A. Pengambilan data dilaksanakan pada siang hari dan malam hari. Hasil nilai akurasi pada sisi panas sebesar 6% dan sisi dingin 21% dengan melakukan pengujian berulang kali. *Repeatability* yang dilakukan pada siang hari menghasilkan nilai yang kontinu dibandingkan nilai suhu pada malam hari. Tingkat sensitivitas alat baik dikarenakan perubahan suhu antara sisi panas dan sisi dingin memiliki nilai yang sama besar yaitu 4°C. Suhu maksimal yang dapat dicapai pada siang hari adalah 38° C pada sisi panas dan 19.5° C pada sisi dingin. Pada malam hari menghasilkan suhu maksimal pada kotak sebesar 35.4° C pada sisi panas dan 19.7° C pada sisi dingin.

Kata Kunci : Termoelektrik, sensitivitas, *repeatability*, akurasi.

**ANALISA KINERJA KOTAK PENDINGIN DAN
PENGHANGAT MENGGUNAKAN MODUL
TERMOELEKTRIK TEC-12706**

Oleh

WINDY SELVIANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi

**ANALISA KINERJA KOTAK PENDINGIN DAN
PENGHANGAT MENGGUNAKAN MODUL
TERMOELEKTRIK TEC-12706**

Nama Mahasiswa

Windy Selviana

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1215031078

Program Studi

: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik



Dr. Sri Purwiyanti

NIP. 196912191999031002

Dr. Eng F. X. Arinto Setyawan

NIP. 197310041998032001

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro

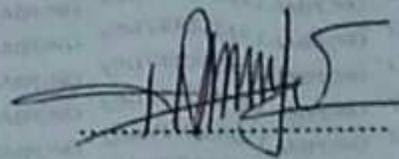
Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.

NIP: 19731128 199903 1 005

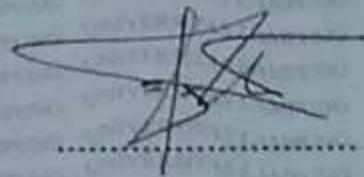
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

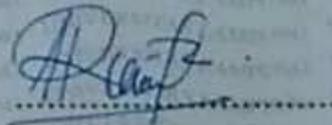
Ketua : Dr. Sri Purwiyanti



Sekretaris : Dr.Eng. FX Arinto Setyawan



Penguji
Bukan Pembimbing : Herlinawati, S.T., M.T



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof.Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19620717 198703 1002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Juni 2017

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Adapun karya orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dicantumkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 11 Juli 2017



Windy Selviana
1215031078

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Seputih Mataram pada tanggal 04 Oktober 1994. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Soejarwo dan Ibu Mila.

Pendidikan formal dimulai dari SDN 1 Poncowati pada tahun 2000 dan tamat pada tahun 2006. Melanjutkan sekolah tingkat pertama di SMPN 1 Terbanggi-Besar lulus Pada tahun 2009, dan pada tahun

2012 menyelesaikan sekolah menengah atas di MAN Poncowati. Pada tahun 2012 penulis diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri (UM). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO). Pada periode 2013-2014 menjabat sebagai Wakil Bendahara HIMATRO, dan Periode 2014-2015 menjabat sebagai Bendahara Umum HIMATRO. Selain itu penulis aktif menjadi Asisten Laboratorium Teknik Elektronika pada praktikum Dasar Elektronika, Elektronika Lanjut, dan praktikum Sistem Mikroprosesor. Pada tahun 2015 penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. Gula Putih Mataram (Sugar Group Companies) di Lampung selama satu bulan (27 Januari s.d 27 Februari) dan ditempatkan di bagian *Electricion Division* dengan mengambil judul “ Perawatan dan Kalibrasi *Differential Pressure Transmitter Type Pipe Mounted* di PT. Gula Putih Mataram.



Dengan Ridho Allah SWT, teriring shalawat kepada Nabi

Muhammad SAW

Karya tulis ini kupersembahkan untuk :

Papa dan Mama Tercinta

Soejarwo dan Mila

Kakak Ku

Lyndawati dan Gilang Prasetya Mahardhika

Adik Ku

Agustina Anggie Puspita

Almamaterku

Universitas Lampung

Terimakasih untuk semua yang telah diberikan kepadaku.

Jazzakallah Khairan

MOTTO

“Orang yang kuat itu bukanlah yang pandai bergulat tetapi orang yang kuat ialah orang yang dapat mengendalikan dirinya ketika marah”

(HR.Muslim)

“Infirru khifaafaw watsiqoolaw wajaahiduu bi amwaalikum wa anfusikum fii sabillila ”

(Qs. At-Taubah :41)

“Barang siapa keluar untuk mencari Ilmu maka dia berada di jalan Allah” (HR. Turmudzi)

“Bekerja keraslah dengan hebatnya karena kesuksesan tidak akan didapat jika hanya tertidur” (Anonim)

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim.....

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Shalawat serta salam tak lupa penulis sampaikan kepada Rasulullah SAW karena dengan perantarnya kita semua dapat merasakan nikmat kehidupan.

Laporan Tugas Akhir ini berjudul “Analisa Kinerja Kotak Pendingin dan Pemanas Menggunakan Modul Termoelektrik TEC-12706”, merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama menjalani pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran serta dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Dr.Ing.Ardian Ulvan,S.T.,M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Bapak Herman Halomoan S, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
4. Ibu Dr. Sri Purwiyanti. selaku Pembimbing Utama, yang telah memberikan

- bimbingan, arahan, dan meluangkan waktunya untuk memberi arahan, bimbingan, saran serta kritikan yang bersifat membangun dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr.Eng. FX. Arinto Setyawan. selaku Pembimbing Kedua, yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, serta kritikan yang bersifat membangun dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
 6. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Penguji Utama pada skripsi ini, terimakasih atas saran dan masukan pada skripsi ini
 7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Univeristas Lampung, atas pengajaran dan bimbinganya yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Teknik Univeristas Lampung.
 8. Seluruh teman-teman 2012 atas kebersamaan dan kekeluargaan yang kalian semua berikan kepada penulis, mulai penulis memulai kuliah sampai penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini, bagi penulis kalian keluarga Elektro yang luar biasa.
 9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya tugas akhir ini.

Bandar Lampung, 11 Juli 2017

Penulis

Windy Selviana

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT.....	ii
ABSTRAK.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
SANWACANA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.6 Sistematik Penulisan	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sejarah Perkembangan Termoelektrik	6
2.2 Efek Seebeck.....	7

2.3 efek Peltier	7
2.4 Konduktivitas Kalor	8
2.5 Instrumentasi dan Pengukuran	9
2.5.1 Karakteristik Alat Ukur	9
2.5.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kerja Alat	11
2.6 Metode Pengamatan Pengukuran	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Spesifikasi Alat	20
3.4 Tahap-tahap Penelitian	16
3.4.1 Studi Literatur	16
3.4.2 Diagram Penelitian	17
3.4.3 Perancangan Perangkat Keras	19
3.4.4 Perancangan Model Sistem	19
3.5 Pengujian Sistem	20
3.5.1 Uji Fungsional Sensor pada Kotak	21
3.5.3 Uji Kinerja Kotak	21
3.6 Analisa dan Kesimpulan	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pembuatan Alat	23
4.1.1 Kotak Pemanas dan Pendingin Besar	24
4.1.2 Kotak Pemanas dan Pendingin Kecil	25
4.2 Pengujian Alat	27
4.2.1 Pengujian Pada Ruang Ukuran (10x10x10)cm	28

4.2.2 Pengujian Pada Ruang Ukuran Besar (40x30x20)cm.....	31
4.3 Pengaruh-Pengaruh Yang Dialami Kinerja Kotak.....	33
4.3.1 Efek Arus	34
4.3.2 Efek Suhu Lingkungan.....	37
4.3.3 <i>Repeatability</i>	39
4.3.3.1 Pengujian Pengulangan Siang Hari.....	40
4.3.3.2 Pengujian Pengulangan Malam Hari.....	41
4.3.4 Efek Ukuran Ruang.....	44
4.4 Spesifikasi Alat	50
4.4.1 Suhu Maksimal Kotak.....	50
4.4.2 Akurasi	51
4.4.3 Sensitivitas Pada Kotak.....	52
V KEIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Efek Siebeck yang ditimbulkan oleh perbedaan suhu	7
2.2 Aliran kalor yang disebabkan perbedaan suhu pada kedua sisi logam	9
3.1 Diagram alir penelitian.....	18
3.2 Kotak Pemanas dan Pendingin.....	19
3.4 Diagram blok sistem	20
4.1 Gambar Kotak Pemanas dan Pendingin.....	24
4.2 Gambar Kotak Pemanas dan Pendingin tampak dalam	24
4.3 Gambar kotak pemanas dan pendingin tampak depan.....	25
4.4 Gambar kotak pemanas dan pendingin tampak belakang	26
4.5 Grafik Pengujian tanpa beban arus 10A.....	28
4.6 Grafik Pengujian Tanpa Beban 3A	29
4.7 Grafik dengan beban air 190ml 10A.....	30
4.8 Grafik dengan beban 190ml air <i>power supply</i> 3A	31
4.9 Grafik Pengujian tanpa beban <i>power supply</i> 10A	32
4.10 Grafik pengujian beban dengan <i>power supply</i> 10A	33
4.11 Grafik Suhu Rata-rata Tanpa Beban	35
4.12 Grafik Suhu Rata-rata Dengan Beban.....	35
4.13 Grafik pengujian kotak pada siang hari	37
4.14 Grafik pengujian kotak pada malam hari	38
4.15 Grafik Suhu Perbandingan Siang dan Malam hari.....	38
4.16. Grafik Pengujian Pengulangan pada siang hari	40
4.17 Grafik Pengujian Pengulangan pada malam hari	41
4.18 Grafik Pengujian Kotak Besar Tanpa Beban	44
4.19 Grafik Kotak Besar Dengan Beban.....	45
4.20 Grafik Kotak Kecil Tanpa Beban.....	46
4.21 Grafik Pengujian Kotak Kecil Dengan Beban	46
4.22 Grafik Suhu Rata-rata Sisi Panas	48

4.23. Grafik Suhu Rata-rata Sisi Dingin	49
4.24. Grafik Tanpa Beban	54
4.25 Grafik Dengan Beban.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Perbandingan suhu rata-rata pada kotak kecil	34
4.2 <i>Repeability</i> Pada Siang Hari.....	42
4.3 <i>Repeability</i> Pada Malam Hari.....	42
4.4 Suhu Rata-rata Pada Ukuran Ruang	47
4.5 Pengujian pada siang hari	51
4.6 Pengujian pada malam hari	51
4.7 Pada Kotak Tanpa Beban	53
4.8 Pada Kotak Dengan Beban.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Hasil pengujian kotak pada siang dan malam hari
LAMPIRAN II	Spesifikasi Alat
LAMPIRAN III	<i>Plagiarism detector</i>

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman modern ini teknologi berkembang semakin canggih, pemanfaatan teknologi tersebut mencakup segala aspek kehidupan manusia, misalnya pada teknologi peralatan rumah tangga atau biasa disebut dengan *household appliances*. *Household appliances* ini merupakan peralatan rumah tangga yang mempermudah kegiatan manusia dalam kegiatan sehari-hari. Pada perkembangan *household appliances* manusia menyadari akan adanya bahaya yang ditimbulkan dengan penggunaan bahan kimia didalamnya, salah satu contohnya adalah penggunaan refrigeran. Refrigeran merupakan bahan kimia yang dapat merusak struktur lapisan O₃ (ozone) jika terurai di udara. Upaya manusia mengatasi penggunaan refrigeran yang dapat merusak lapisan ozone adalah dengan mengganti bahan kimia lain yang tidak merugikan atau dengan metode yang tidak memerlukan bahan kimia. (Umboh.R, 2012)

Termoelektrik merupakan komponen yang dapat menggantikan fungsi dari refrigeran. Termoelektrik adalah hubungan antara energi panas dengan energi listrik yang terjadi antara dua jenis logam yang berbeda. Efek termoelektrik dikembangkan dalam suatu alat yang dinamakan elemen Peltier. Penggunaan

elemen peltier ini dapat dirancang dalam suatu sistem yang dapat menggantikan sistem konvensional dan lebih ramah lingkungan. Contoh dalam pengaplikasian Peltier ini adalah sebagai kulkas mini, pendingin aquarium, *ice box*, pendingin *box* panel, dll.

Penelitian sebelumnya tentang penggunaan peltier pada peralatan pendingin dan pemanas sudah banyak dilakukan. (Aziz Azridjal, 2010), melakukan penelitian tentang aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman. Penelitian ini menjelaskan tentang pengaplikasian penggunaan modul TEC untuk pendingin makanan/ minuman/ buah dalam ukuran kotak pendingin yang kecil. Pemakaian modul TEC (*Thermoelectric Cooler*) dalam jumlah banyak bertujuan agar kalor yang diserap besar dan pencapaian temperatur ruang menjadi lebih rendah. Penelitian yang dilakukan (Umboh. R, 2007) adalah merancang alat pendingin portable menggunakan elemen peltier yang diatur oleh mikrokontroler AVR Atmega 8535. Penelitian ini memanfaatkan elemen peltier sebagai sistem pendingin untuk menjaga suhu objek berada dibawah suhu lingkungan. (Yadav, saket kumar, 2015) dalam penelitian *peltier module for refrigeration and heating using embedded system* melakukan cara efisiensi penggunaan daya pada AC dengan menggunakan semikonduktor berupa modul peltier.

Perbedaan dalam tugas akhir ini dengan penelitian sebelumnya yaitu memanfaatkan kedua sisi dari peltier yang dikendalikan oleh Arduino Uno dan menganalisa kinerja dari peltier dalam *box portable* berupa sensitivitas, akurasi, repeatabilitas, dan kehandalan.

1.2 Perumusan Masalah

Pemanfaatan elemen peltier saat ini kebanyakan hanya satu bagian saja yaitu pada bagian dingin atau pada bagian panas sehingga salah satu bagian dari sisi peltier tidak dimanfaatkan. Perancangan sebuah alat yang dapat memanfaatkan kedua sisi bagian peltier dengan mengatur suhu pada kedua sisi sedang dilakukan. Permasalahan adalah bagaimana mengukur dan menetapkan tingkat akurasi, kehandalan, sensitifitas, dan repeatabilitas dari alat yang dirancang

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa kinerja instrumentasi berupa sensitivitas, *repeatability*.
2. Menetapkan tingkat kinerja berupa akurasi, sensitivitas, *repeatability*, dan karakteristik dari alat yang dirancang.

1.4 Batasan masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian ini hanya akan membahas tentang kinerja kotak pemanas dan pendingin yang dikendalikan menggunakan arduino uno.
2. Hasil dari analisa kinerja kotak pemanas dan pendingin hanya berupa akurasi, sensitivitas, *repeatability*, dan karakteristik alat.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pembelajaran bahan-bahan yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal, dan situs-situs internet.

2. Perancangan Instrumen

Perancangan instrumen ini dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal seperti sifat material, kemudahan dalam mencari komponen-komponen yang dibutuhkan dipasaran, kelayakan dalam proses produksi, serta aspek *portable*

3. Pembuatan program arduino uno

Pembuatan program arduino bertujuan untuk mengatur suhu yang ada pada box agar tetap stabil sesuai dengan *seting point*

4. Pengujian Instrumen

Performa kerja alat dilakukan dengan kalibrasi, pengambilan data temperatur pada alat dan pengolahan data pengujian.

5. Analisa dan kesimpulan hasil pengujian

Setelah data diolah maka dilakukan proses analisa terhadap grafik yang diperoleh. Dari analisa tersebut akan didapat kesimpulan terhadap proses pengujian, mengetahui performa dari kerja alat dan memberikan saran terhadap pengembangan dari penelitian ini selanjutnya.

1.6 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari beberapa bab yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang studi literatur termoelektrik, elemen peltier, dan beberapa penjelasan tentang komponen elektronika yang digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Memuat langkah-langkah yang dilakukan penelitian, diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, komponen dan perangkat penelitian, prosedur kerja, perancangan, dan pengujian sistem.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi mengenai hasil pengujian dan pembahasan tentang data-data hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V : SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyimpulkan semua kegiatan dan hasil-hasil yang diperoleh selama proses pembuatan dan pengujian sistem serta saran-saran yang sekiranya diperlukan untuk menyempurnakan penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

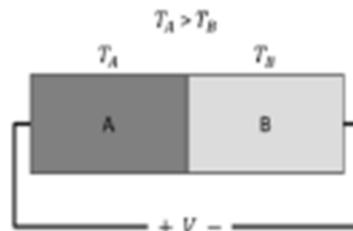
2.1 Sejarah Perkembangan Termoelektrik

Termoelektrik pertama kali ditemukan oleh seorang ilmuwan berkebangsaan Jerman bernama Thomas Johann Seebeck pada tahun 1821. Dalam penelitiannya, Seebeck melakukan percobaan dengan menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian, dimana salah satu sisi logam tersebut dipanaskan dan sisi yang lain didinginkan. Percobaan tersebut menghasilkan perbedaan suhu dan menyebabkan adanya aliran listrik. Fenomena ini dikenal dengan nama Efek Seebeck, yang kemudian digunakan sebagai prinsip suhu dengan termokopel. Selanjutnya pada tahun 1834 ilmuwan bernama Jean Charles Athanase Peltier, melakukan penelitian tentang efek seebeck dan menemukan fenomena kebalikannya. Arus listrik searah dialirkan pada suatu rangkaian tertutup yang terdiri dari sambungan dua material logam. Pada sambungan ini salah satu sisi melepas panas sedangkan sisi yang lain menyerap panas, dan saling berbalik bila arah arus dibalik.. Fenomena ini dikenal sebagai efek peltier. Pada tahun 1854 William Thomson melakukan penelitian tentang efek seebeck dan efek peltier dengan memberikan penjelasan lebih lengkap dan menggambarkan hubungan timbal balik keduanya. (Poetro, 2011)

2.2 Efek Seebeck

Efek seebeck adalah suatu fenomena tegangan listrik yang ditimbulkan oleh perbedaan suhu pada dua jenis logam yang tersusun. Seperti terlihat pada Gambar 2.1. Tegangan tersebut dapat diukur dalam kondisi open-loop dan besarnya sebanding dengan selisih suhu pada kedua logam. hal ini dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan koefisien siebeck sebagai berikut :

$$\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B = \frac{V}{T_A - T_B} \dots \dots \dots (1)$$



Gambar 2.1 Efek Siebeck yang ditimbulkan oleh perbedaan suhu pada logam A dan B

Dengan α_{AB} adalah koefisien siebeck, V adalah tegangan listrik serta T_A dan T_B adalah suhu pada logam A dan B. Koefisien seebeck relatif mudah diukur sehingga koefisien ini sering digunakan sebagai salah satu parameter sistem pendingin. (Nanang, 2014)

2.3 Efek Peltier

Efek peltier merupakan fenomena yang terjadi karena terjadinya aliran kalor pada dua jenis logam yang tersusun. Dikarenakan adanya aliran arus besar aliran kalor pada kedua logam tersebut sebanding dengan besar arus yang mengalir. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi suhu logam maka semakin cepat laju aliran kalor.

Pada efek peltier dua jenis konduktor disusun berdampingan. Apabila kedua konduktor dihubungkan dengan listrik, elektron akan mengalir dari konduktor yang memiliki elektron kurang terikat ke konduktor yang mempunyai elektron lebih terikat. Hal ini disebabkan oleh perbedaan fermi diantara kedua konduktor. Fermi merupakan tingkat energi tertinggi yang ditempati elektron. Perbedaan fermi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kumpulan tingkat energi elektron pada suhu nol absolut. Ketika dua konduktor yang memiliki tingkat fermi yang berbeda digabungkan, elektron akan mengalir dari konduktor dengan tingkat yang lebih tinggi ke tingkat yang lebih rendah, hingga membentuk perubahan potensial elektrostatik yang akan membawa dua tingkatan fermi menjadi nilai yang sama. Arus yang melewati junction baik arah maju ataupun mundur akan menghasilkan perbedaan suhu. Suhu junction panas (heat sink) dijaga agar tetap rendah dengan mengurangi atau menghilangkan panas yang dihasilkan, suhu bagian yang dingin dipertahankan sesuai dengan yang diinginkan. (Nanang, 2014)

2.4 Konduktivitas Kalor

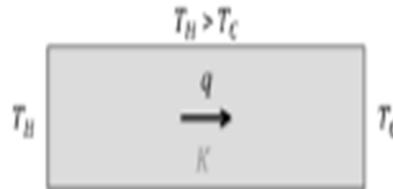
Pendingin termoelektrik memiliki dua sisi yang memiliki perbedaan suhu yang cukup tinggi. Perbedaan suhu tersebut dapat menimbulkan konduksi kalor dari sisi panas T_H ke sisi dingin T_C seperti pada Gambar 2.5 dibawah ini. Laju aliran kalor tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut (Nanang, 2014) :

$$q = K(T_H - T_C) \dots \dots \dots (2)$$

Dengan

K ialah konduktifitas termal material

T_H dan T_C merupakan sisi panas dan sisi dingin.



Gambar 2.2 Aliran kalor yang disebabkan perbedaan suhu pada kedua sisi logam

2.5 Instrumentasi dan Pengukuran

Pengukuran merupakan proses membandingkan suatu besaran yang belum diketahui nilainya dengan suatu besaran yang sudah diketahui nilainya. Dalam melakukan pengukuran ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu :

1. Standar yang dipakai harus memiliki ketelitian yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan.
2. Tata cara pengukuran dan alat yang digunakan harus memenuhi persyaratan.

2.5.1 Karakteristik Alat Ukur

Dalam pengukuran sangat diperlukan untuk mengetahui tentang karakteristik alat ukur, karena dalam hal ini karakteristik alat ukur penting agar pengukuran yang dilakukan secara menyeluruh dapat sesuai hasilnya. Berikut beberapa karakteristik dari alat ukur adalah :

1. Ketelitian atau Keseksamaan (*Accuracy*)

Ketelitian atau *accuarcy* didefinisikan sebagai nilai ukur yang hasil pengukuran mendekati nilai sebenarnya. Ukuran ketelitian didasarkan oleh dua perbedaan atau kesalahan (*error*) terhadap nilai yang sebenarnya, yaitu :

- Kesalahan terhadap nilai sebenarnya dalam proses :

$$e_h = \frac{\text{harga terukur} - \text{harga sebenarnya}}{\text{harga sebenarnya}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

- Kesalahan dalam persen terhadap skala penuh, yaitu :

$$e_h = \frac{\text{harga terukur} - \text{harga sebenarnya}}{\text{skala maksimum}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

2. Kecermatan atau keterulangan (*Precision/Repeatability*)

Merupakan yang menyatakan seberapa jauh alat ukur dapat mengulangi hasilnya untuk harga yang sama. Dalam hal ini bahwa alat ukur tidak dapat memberikan hasil yang sama jika dilakukan pengukuran ulang meskipun diberikan input nilai yang sama.

3. Resolusi

Resolusi yaitu perubahan nilai terkecil yang dirasakan oleh alat ukur

4. Sensitivitas (*Sensitifity*)

Sensitivitas merupakan rasio antara perubahan pada output terhadap perubahan pada input.

5. Kalibrasi (*calibration*)

Serangkaian kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional penunjuk alat ukur dengan cara membandingkan standar ukur yang terlusuri dengan standar nasional dan atau internasioanl.

6. Rentang ukur (range)

Besar daerah ukur antara batas ukur bawah dan batas ukur atas.

7. Jangkauan (span)

Beda modul antara dua batas rentang nominal dari alat ukur.

8. Ketelusuran

Berhubungan dengan hasil pengukuran pada standar nasional/internasional melalui peralatan ukur yang kinerjanya diketahui.

9. Keandalan

Kesanggupan alat ukur untuk melaksanakan fungsi yang disyaratkan untuk satu periode yang ditetapkan.

10. Ketidak pastian Pengukuran (uncertainty)

Perkiraan atau taksiran rentang nilai pengukuran dimana nilai sebenarnya dari besaran objek yang diukur terletak.

2.5.2. Faktor Yang Mempengaruhi Kerja Alat Ukur

Banyak hal yang mempengaruhi kualitas kerja alat ukur. Faktor-faktor yang mempengaruhi alat ukur ini akan mempengaruhi dari hasil kualitas pengukuran. Faktor yang dimaksudkan adalah faktor lingkungan terhadap alat ukur dan sebaliknya, yaitu terdiri dari faktor temperatur, kelembapan, percepatan, media korosif, radiasi nuklir dan media eksplosif.

1. Temperatur

Faktor ini menyebabkan perubahan sifat fisis dari bagian-bagian alat ukur

2. Kelembapan

Kelembapan sangat mempengaruhi kualitas dari macam-macam alat ukur maupun medianya

3. Percepatan

Pada percepatan faktor daerah yang akan diukur mengalami gerakan atau getaran maka kualitas hasil ukur kurang baik.

4. Media korosif

Alat ukur tekanan, temperatur, laju aliran yang terbuat dari bahan-bahan korosif memerlukan rancangan khusus.

5. Radiasi Nuklir

Alat ukur pada bidang ini memerlukan rancangan khusus karena dapat mempengaruhi banyak sifat material.

6. Media Explosif

Alat ukur dengan media yang mudah terbakar harus dirancag dengan aman agar dapat menetralsir yang dapat mempengaruhinya.

2.6 Metode Pengamatan Pengukuran

Ada beberapa jenis metode dalam pengukuran yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Metode langsung

Pengamatan secara langsung dengan melihat skala alat ukur.

2. Metode tidak langsung

Suatu metode untuk mendapatkan suatu besaran pengukuran dengan mengukur besaran lainnya dimana pengamatan dilakukan secara langsung

3. Defleksi

Yaitu pengamatan dengan mengkonversi penyimpangan jarum yang dilakukan dalam pengukuran.

4. Metode Nol

Merupakan suatu upaya untuk mendapat besaran yang sesuai dengan mengkalibrasi dimana besaran yang didapatkan disesuaikan dengan referensi standar.

5. Metode Subtitusi

Merupakan metode nol dimana besaran yang diukur disubtitusikan dengan besaran referensi kemudian hasil yang didapatkan merupakan perbandingan kedua pembacaan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektronika, Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung. Penelitian ini dimulai pada bulan Juni 2016 sampai dengan bulan Mei 2017.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1 Satu unit Personal Computer (PC) dengan spesifikasi Processor intel core i3
Satu (1) GB RAM
- 2 Satu unit Program Arduino
- 3 Satu unit Arduino Uno
- 4 Satu unit Sensor LM 35
- 5 Tiga unit Termoelektrik (Elemen Peltier TEC 12706)
- 6 Satu unit *Heatsink*
- 7 Kabel penghubung
- 8 Dua unit Kipas arus searah (DC Fan)
- 9 Dua unit Termometer Digital
- 10 Resistor
- 11 Satu unit LCD 16x2

- 12 Satu unit *Box* 30x40x20 cm
- 13 Satu unit Multimeter
- 14 Satu unit *Thermal grease*

3.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Termoelektrik (Elemen Peltier TEC 12706)

Elemen peltier merupakan elemen utama pada kotak pemanas dan pendingin. Dalam pembuatan kotak pemanas dan pendingin ini digunakan tiga buah elemen peltier *type* 12706. Dalam pengoperasiannya, suhu sisi panas termoelektrik perlu dijaga, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan *heatsink* dan kipas. Agar termoelektrik dapat menghantar panas dan dingin dengan baik maka pada permukaan termoelektrik dan *heatsink* diberikan lapisan *thermal grease*.

b. *Heatsink*

Heatsink merupakan komponen yang berfungsi menyerap panas atau melepas kalor/panas. *Heatsink* sisi dingin berfungsi menghantarkan suhu dingin yang dihasilkan termoelektrik. Suhu dingin pada bagian heatsink disebarkan oleh kipas agar udara dingin menyebar diseluruh ruangan kotak bagian pendingin. Heatsink sisi panas berfungsi sebagai pelepas panas, dimana sisi ini sangat berpengaruh dalam kinerja kotak pendingin dan pemanas.

c. Kipas Arus Searah (DC Fan)

Kipas arus searah digunakan sebagai pengoptimal proses pelepasan kalor. Sistem kotak pemanas dan pendingin ini menggunakan dua buah fan yang ditempatkan ditengah sisi panas dan sisi dingin kotak. Spesifikasi fan untuk mendinginkan heatsink yang baik yaitu ukuran fan besar (CFM), putaran yang tinggi (RPM), dan blade banyak.

d. *Thermal grease*

Thermal grease merupakan suatu pasta yang berfungsi sebagai penghantar panas maupun dingin, material ini bersifat melekat sehingga membantu menjaga posisi termoelektrik tidak bergeser dan memiliki daya hantar termal tinggi.

e. LCD 16x2

LCD 6x12 digunakan untuk menampilkan besarnya nilai suhu yang terdapat pada kotak pemanas dan pendingin.

f. Sensor LM35

Sensor LM 35 merupakan jenis sensor yang dapat mendeteksi suhu dengan range -55°C sampai 150°C

3.4 Tahap-tahap dalam Penelitian

3.4.1 Studi Literatur

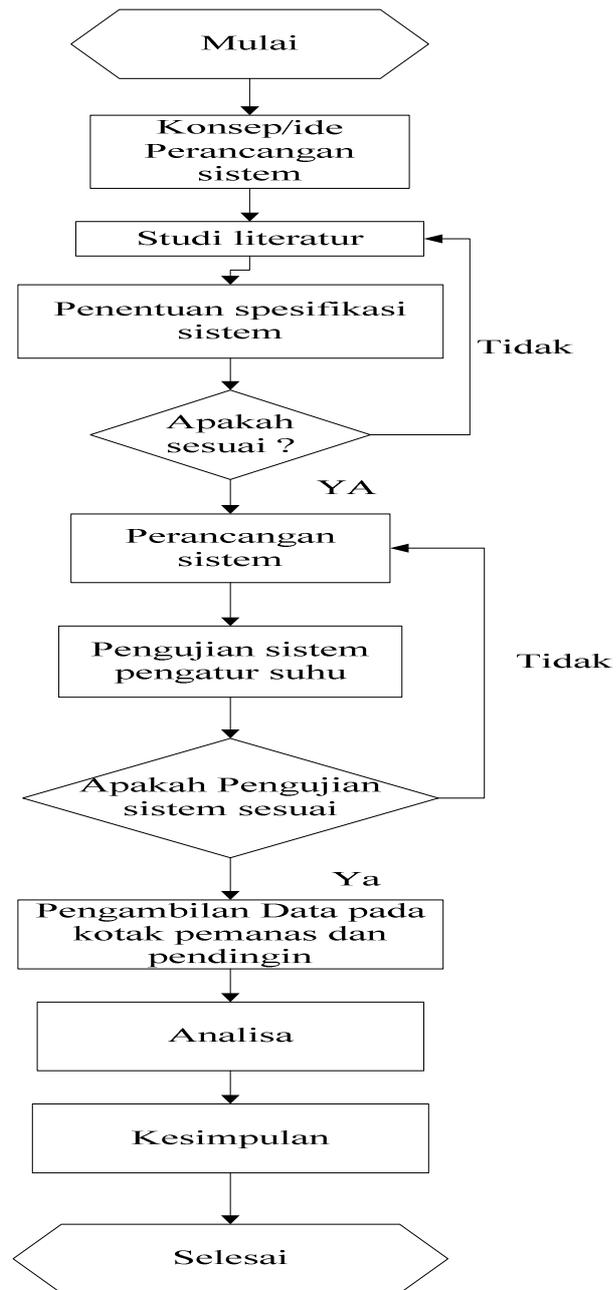
Tahap awal penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur yang dimaksudkan sebagai langkah untuk mendalami masalah dan mencari solusi terhadap permasalahan yang telah dirumuskan. Studi literatur (kajian pustaka) merupakan penelusuran literatur yang bersumber dari media, buku, pakar ataupun

dari hasil penelitian orang lain yang bertujuan untuk menyusun dasar teori yang kita gunakan dalam melakukan penelitian. Studi literatur yang dilakukan adalah untuk mendapatkan informasi mengenai beberapa hal berikut :

1. *Thermoelektrik*
2. Suhu *heat* dan *cool* pada *box*
3. Prinsip kerja *thermoelektrik*
4. Manfaat *thermoelektrik*
5. Instrumentasi.

3.4.2 Diagram Penelitian

Tahap selanjutnya yaitu melakukan perancangan sistem, pengujian sistem, pengambilan data sampel, dan analisa kinerja alat. Tahap-tahap tersebut dapat dilihat pada diagram alir penelitian pada Gambar 3.1

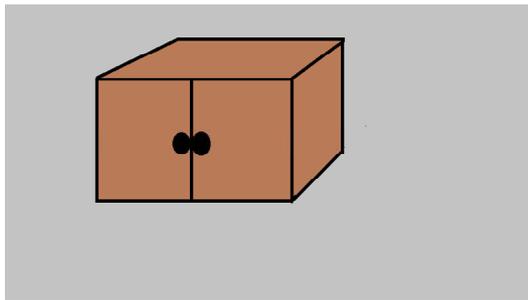


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

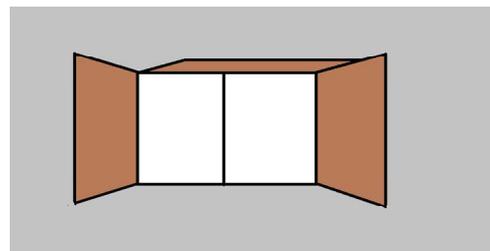
3.4.3 Perancangan Perangkat Keras

1. Perancangan Kotak Pemanas dan Pendingin

Perancangan perangkat keras kotak pemanas dan pendingin terbagi menjadi dua ukuran kotak. Kotak pemanas dan pendingin besar berukuran panjang 40cm x lebar 30cm x tinggi 20 cm menggunakan triplek dengan ketebalan 5mm. Bagian dalam kotak dilapisi dengan alumunium pada sisi panas dan *sterofoam* pada sisi dingin, kedua sisi kotak dipisahkan sekat yang berfungsi sebagai pembagi antara ruang sisi panas dengan ruang sisi dingin. Kotak pemanas dan pendingin kecil berukuran panjang 10cm x lebar 10cm x tinggi 10cm. Perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Kotak tampak depan dalam keadaan tertutup



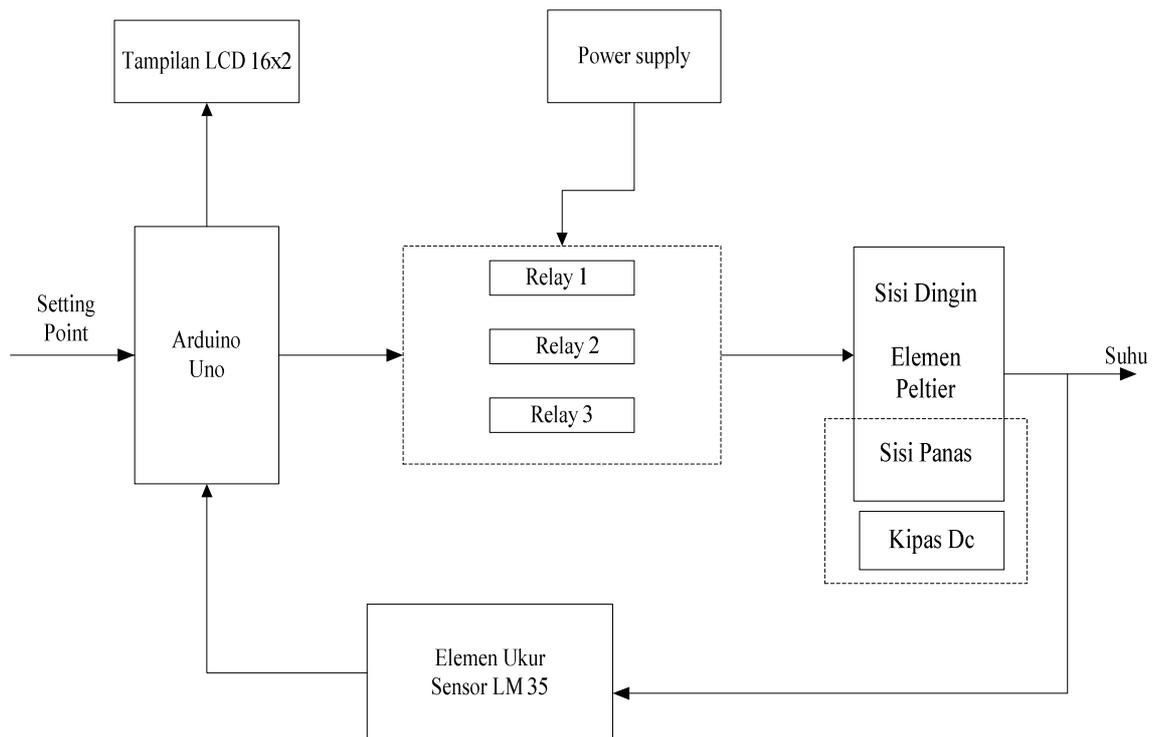
Kotak tampak depan dalam keadaan terbuka

Gambar 3.2 Kotak Pemanas dan Pendingin

3.4.4 Perancangan Model Sistem

Penelitian yang dibuat terdiri dari elemen peltier, arduino uno sebagai pengendali, relay sebagai pengatur berputarnya fan, sensor LM35 sebagai pengukur suhu dan LCD sebagai penampil nilai. Ketika masukan berupa Arduino uno mengatur suhu

pada kotak kemudian relay yang akan aktif akan mengaktifkan fan. Sisi bagian panas peltier diberi kipas DC yang berfungsi membuang panas dan sisi bagian dingin peltier di beri kipas DC agar menyebarkan dingin kepermukaan kotak. Keluaran elemen peltier berupa suhu dengan *feedback* elemen ukur suhu berupa sensor LM 35 masukan nilai pembacaan suhu diatur oleh arduino uno dan ditampilkan oleh LCD 16x2. Model sistem diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram blok sistem

3.5 Pengujian Sistem

Setelah dilakukan pembuatan sistem maka langkah selanjutnya adalah pengujian terhadap keandalan sistem. Pengujian dilakukan dengan cara uji fungsional elemen peltier pada kotak dan uji kinerja kotak pemanas dan pendingin. Pengujian kinerja kotak pemanas dan pendingin dilakukan pada kotak besar dan kotak kecil dengan besar nilai arus yang diberikan berbeda yaitu 10A dan 3A dengan beban

dan tanpa beban. Pengujian dilakukan pada siang dan malam hari yang berfungsi untuk mengetahui kinerja kotak pemanas dan pendingin bekerja secara optimal.

3.5.1 Uji Fungsional Sensor Pada Kotak Pemanas dan Pendingin

Setelah dilakukan pengujian terhadap sensor dan elemen peltier, kemudian dilakukan uji fungsional dari unit pemanas (*heat*) dan pendingin (*cool*) untuk mengetahui apakah kotak pemanas dan pendingin mampu bekerja dengan baik. Pertama dilakukan uji fungsional pendingin dengan menurunkan suhu yang ada diruangan sekitar 30°C sampai suhu minimum yang dapat dicapai, dilanjutkan dengan uji fungsional pada pemanas dengan menaikkan suhu terendah yang dapat dicapai pendingin sampai suhu 40°C. Kemudian data hasil pengujian ditampilkan grafik antara waktu dengan data pengukuran kemudian dianalisa.

3.5.2 Uji Kinerja Kotak Pemanas dan Pendingin

Uji kinerja kotak pemanas dan pendingin dilakukan melalui dua tahap yaitu uji kinerja gelas kosong atau tanpa beban dan uji kinerja dengan gelas berisi air atau dengan beban. Uji kinerja gelas kosong dilakukan pertama selama 6 jam rentan waktu pengambilan data selama 30 menit sampai 1 jam. Jadi uji kinerja kotak pemanas dan pendingin dengan gelas kosong dilakukan selama 6 jam dengan dua tahapan yaitu siang dan malam. Selanjutnya uji kinerja dengan gelas berisi air dilakukan dari jam 19.00 WIB dengan memberikan massa air sebesar 190ml. Pengujian dilakukan di laboratorium teknik elektronika di luar ruang (lorong). Uji kinerja alat ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dapat bekerja dengan baik dan pemanfaatan elemen peltier pada kehidupan sehari-hari.

3.6 Analisa dan Kesimpulan

Tahap selanjutnya adalah menganalisa hasil yang didapat dari pengujian sistem. Proses analisa ini dilakukan untuk mengetahui kekurangan-kekurangan sebagai dasar untuk penyempurna. Selanjutnya dilakukan sebagai pengambilan keputusan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Telah terlaksana pengujian kotak penghangat dan pendingin menggunakan modul TEC 12706 dengan menganalisa kinerja instrumen berupa akurasi, sensitivitas, *repeatability*.
2. Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan dua volume ruang berbeda menghasilkan besar nilai suhu pada masing-masing sisi berbeda. Semakin besar ukuran ruang kotak maka suhu akan mendekati nilai sama besar antara sisi panas dan sisi dingin.
3. Besarnya nilai arus yang diberikan pada kotak akan mempengaruhi suhu yang dihasilkan oleh kotak. Semakin besar nilai arus yang diberikan pada kotak maka semakin kecil nilai suhu yang dihasilkan pada sisi dingin dan semakin besar nilai suhu pada sisi panas.
4. Hasil pengukuran pada kotak, tingkat nilai akurasi yang dihasilkan meningkat pada pengujian siang dan malam hari. Peningkatan 6% pada sisi panas dan 21% pada sisi dingin. Dan tingkat sensitivitas alat baik dikarena perubahan suhu antara sisi panas dan sisi dingin memiliki nilai yang sama besar yaitu 4°C.

5. *Repeatability* atau pengulangan yang dilakukan pada empat kali pengujian pada kotak. Siang hari menghasilkan nilai pada sisi panas mengalami kenaikan dan pada sisi dingin mengalami penurunan suhu. Sementara pada malam hari suhu yang dihasilkan beragam hal ini dikarenakan pada pengulangan kedua besar nilai suhu yang dihasilkan pada sisi dingin dan sisi panas tidak mengalami perubahan nilai yang jauh.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada skripsi ini agar kedepannya lebih baik yaitu :

1. Untuk memaksimalkan fungsi dari termokopel ini disarankan untuk tidak memanfaatkan kedua sisi termokopel tersebut secara bersamaan dikarenakan suhu yang dihasilkan tidak maksimal dan lama kelamaan besar nilai suhu antara panas dan dingin akan sama.
2. Pada penelitian selanjutnya penggunaan modul TEC 12706 kurang efektif sehingga dapat diganti dengan menggunakan tipe modul TEC yang lain untuk mendapatkan hasil suhu maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz Azridjal, Joko Subroto, Villager Silpana (2015). *Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman*. Universitas Riau.
- Wirawan, Rio (2012). *Analisa Penggunaan Heat Pipe Pada Thermoelectric Generator*. Universitas Indonesia.
- Koes Sulistiadji, Joko Pitoyo (2009). *Alat Ukur Dan Instrumen Ukur*. Rekayasa BBP Mektan.
- Munib Ahsani, Agung Prijo Budijono (2015). *Rancang Bangun Pendingin Ruangan Portable Dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu Pada Thermoelectric Cooler (TEC)*. Universitas Negeri Surabaya
- Poetro, joesusanto eko (2011). *Analisa Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah (DC COOLER) Sebagai Upaya Konservasi Energi Pada BTS (Base Transceiverstatio)*. Universitas Indonesia.
- Putra Nandy, Raldi, Adhitya, Ardian dan Bayu (2009). *Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid*. Universitas Indonesia
- R. Umboh J. O. Wuwung, E. Kendek Allo, B. S. Narasiang (2012). *Perancangan Alat Pendinginan Portable Menggunakan Elemen Peltier*. Universitas Sam Ratulangi.
- sulistiyanto, Nanang (2014). *Pemodelan Sistem Pendingin Termoelektrik*. Journal EECCIS.
- Sulistiyanti, S.R., F.X Arinto S (2006). *Instrumentasi dan Kendali (MSN 051)*. Bandar Lampung : Universitas Lampung,.

Subrata, Dewa made (2013). *Rancang Bangun Incubator Dengan Suhu Dan Kelembaban Udara Terkendali Untuk Penetas Telur Ulat Sutera*. Universitas Jambi.

Wijaya alexander, soenoko rudy, dan wahyudi slamet (2015). *Pengaruh Rangkaian Seri-Paralel Sel Peltier Dan Beda Temperature Terhadap Daya Listrik Yang Dihasilkan Sel Peltier*. Universitas Brawijaya.

Yadav, saket kumar (2015). *Peltier Module For Refrigeration And Heating Using Embedded System*. International Conference on Recent Developments in Control, Automation and Power Engineering (RDCAPE). vol.01, pp. 47-72.